



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift

⑩ DE 44 10 180 A 1

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
G 01 R 19/00  
G 01 R 19/25  
G 01 R 1/067

⑳ Aktenzeichen: P 44 10 180.5  
㉑ Anmeldetag: 24. 3. 94  
㉒ Offenlegungstag: 28. 9. 95

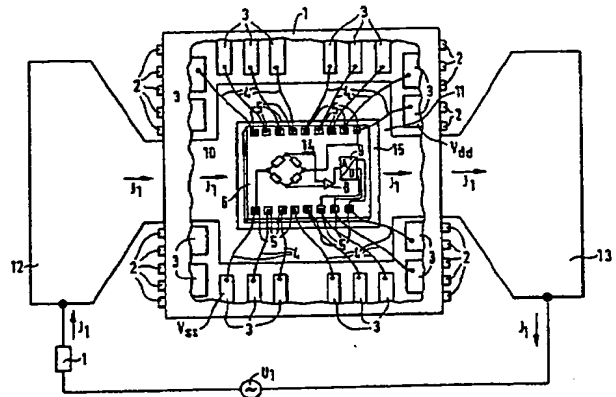
DE 44 10 180 A 1

㉑ Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

㉒ Erfinder:  
Neumeister, Jochen, 70469 Stuttgart, DE

⑤4 Stromstärkemeßgerät

⑤7 Es wird ein Stromstärkemeßgerät vorgeschlagen, das dazu dient, die Stromstärke eines elektrischen Stroms (I<sub>1</sub>) mittels des vom elektrischen Strom (I<sub>1</sub>) erzeugten magnetischen Feldes zu messen. Das Stromstärkemeßgerät umfaßt ein IC-Gehäuse (1) und darin einen auf einem Halbleitersubstrat (6) angeordneten integrierten Sensor (10) sowie zwei elektrisch leitende Kontakte (12, 13) die miteinander elektrisch leitend verbunden sind und durch die der zu messende elektrische Strom (I<sub>1</sub>) fließt.



DE 44 10 180 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08. 95 508 039/284

9/31

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Stromstärkemeßgerät nach der Gattung des Hauptanspruchs. Es sind bereits integrierte Schaltungen bekannt, bei denen ein integrierter Sensor vorgesehen ist, mit dem die magnetische Feldstärke eines Magnetfeldes als Maß für die Stromstärke gemessen wird. Zur besseren Meßbarkeit ist dazu entweder die Oberfläche des Sensors freiliegend und nicht abgedeckt und somit durch Umwelteinflüsse gefährdet, oder der Sensor ist in einem IC-Gehäuse angeordnet, wodurch eine Verschlechterung der Meßbedingungen insbesondere für Magnetfelder von kleinen Strömen in Kauf genommen werden muß.

## Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Stromstärkemeßgerät mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß zur Messung von Magnetfeldstärken insbesondere kleiner Ströme der Strom so nahe am integrierten Sensor vorbeigeführt wird, daß eine Messung mit ausreichender Genauigkeit erfolgen kann, obwohl der integrierte Sensor in einem IC-Gehäuse eingegossen ist. Der integrierte Sensor ist dabei vor Umwelteinflüssen geschützt. Außerdem ist für das Stromstärkemeßgerät ein handelsübliches IC-Gehäuse verwendbar, wodurch sich der Herstellungsaufwand reduziert. Schließlich wird erreicht, daß der Leiter definiert am Sensor vorbeigeführt wird, was die Genauigkeit der Messung erhöht.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Stromstärkemeßgeräts möglich.

Die Verwendung des elektrisch leitfähigen Trägerelements des integrierten Sensors zur Leitung des Meßstroms erweist sich insofern als vorteilhaft, als integrierte Schaltungen mit elektrisch leitfähigen Trägerelementen bereits im Handel erhältlich sind und so keine Modifikation eines IC-Gehäuses vorgenommen werden muß, um einen magnetfeldsensitiven integrierten Sensor zur Strommessung einzusetzen. Außerdem wird dadurch der Strom, dessen Magnetfeld gemessen werden soll, so nahe wie möglich am integrierten Sensor vorbeigeführt. Da die Feldstärke des Magnetfeldes mit steigendem Abstand vom integrierten Sensor sinkt, wird durch den geringen Abstand eine hohe Güte des Stromstärkemeßgeräts in Form einer geringen Empfindlichkeit gegenüber Störgrößen erreicht. Zusätzlich können mit dieser Anordnung auch größere Ströme gemessen werden, da das Trägerelement genügend große Abmessungen aufweist, um auch größere Ströme zu führen.

Die Anordnung einer Isolationsschicht zwischen integriertem Sensor und elektrisch leitfähigem Trägerelement dient vorteilhafterweise dazu, den zu messenden Strom räumlich auf das elektrisch leitfähige Trägerelement zu begrenzen d. h. Leckströme zum Halbleitersubstrat zu vermeiden und so ein exaktes Meßergebnis zu erhalten.

Die Anordnung der elektrisch leitenden Verbindung zusammen mit dem integrierten Sensor auf einem Halbleitersubstrat ergibt eine hohe Meßempfindlichkeit, da die Feldlinien des Magnetfeldes in einem meßtechnisch günstigen Winkel durch den integrierten Sensor drin-

gen. Außerdem kann eine bereits auf dem Halbleitersubstrat vorhandene integrierte Metallschicht für die Leiterbahn verwendet werden, wodurch sich wiederum der Herstellungsaufwand für das Stromstärkemeßgerät verringert.

Die Stromleitung über eine getrennt vom Halbleitersubstrat innerhalb des Gehäuses verlaufende Leiterbahn ist in vorteilhafter Weise für die Messung größerer Ströme geeignet, insbesondere, wenn das IC-Gehäuse kein leitfähiges Trägerelement aufweist. Außerdem verbessert sich die Meßempfindlichkeit, da dann die Feldlinien insbesondere einen als integrierten Hall-Sensor ausgebildeten Sensor in einem meßtechnisch günstigen Winkel durchdringen.

Besonders vorteilhaft ist es, den integrierten Sensor als einen integrierten Hall-Sensor auszuführen, da ein Hall-Sensor mit wenig Aufwand integrierbar ist und eine qualitativ hochwertige Messung der Feldstärke erlaubt.

Auch die Ausgestaltung des integrierten Sensors in Form eines magnetoresistiven integrierten Sensors ist vorteilhaft, da die Empfindlichkeit dieses integrierten Sensors sehr hoch ist.

Die Integration des integrierten Sensors gemeinsam mit einem Meßverstärker und einem A/D-Wandler in einer integrierten Schaltung bringt den Vorteil mit sich, daß eine komplette Meßvorrichtung in einer integrierten Schaltung zusammengefaßt ist, wodurch keine zusätzliche Schaltung zur Meßwertverstärkung und -wandlung notwendig ist.

Weiter gereicht es zum Vorteil, daß mehr als ein integrierter Sensor im IC-Gehäuse integriert ist, da sich zum einen eine höhere Meßverstärkung bzw. ein höheres Signal/Rausch-Verhältnis erreichen läßt und zum anderen durch Verrechnung der Ausgangssignale der integrierten Sensoren eine Elimination von Störfeldstärken möglich ist.

## Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Stromstärkemeßgerät in einer ersten Ausführungsform,

Fig. 2 ein Stromstärkemeßgerät in einer zweiten Ausführungsform,

Fig. 3 ein Stromstärkemeßgerät in einer dritten Ausführungsform.

## Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Fig. 1 ist ein beschaltetes Stromstärkemeßgerät in einer ersten Ausführungsform dargestellt. Ein IC-Gehäuse 1 weist an seiner Außenseite mehrere Anschlüsse 2 auf. Die Anschlüsse 2 sind mit Kontaktflächen 3 verbunden, die im Inneren des IC-Gehäuses 1 am Rand verteilt angeordnet sind. Von den Kontaktflächen 3 gehen Drähte 4 aus, die mit Anschlußflächen 5 auf einem Halbleitersubstrat 6 verbunden sind. Die Anschlußflächen 5 sind ebenfalls am Rand des Halbleitersubstrats 6 verteilt. Auf dem Halbleitersubstrat 6 befindet sich außerdem eine integrierte Schaltung 14 mit einem integrierten Sensor 10, der als magnetoresistiver Sensor in einer Wheatstone-Brückenschaltung ausgebildet ist. Die integrierte Schaltung 14 umfaßt weiter einen Meßverstärker 8 der der Wheatstone-Brückenschaltung nach-

geschaltet ist und dessen Ausgang am Eingang eines A/D-Wandlers 9 liegt.

Zwei Anschlüsse der Wheatstone-Brückenschaltung sind über Leiterbahnen mit Anschlußflächen 5 verbunden, die als Spannungsversorgungsanschlüsse an eine Betriebsspannung ( $V_{ss}$ ,  $V_{dd}$ ) angeschlossen sind, während die beiden weiteren Anschlüsse der Wheatstone-Brückenschaltung mit dem Meßverstärker 8 verbunden sind. Die Ausgänge der integrierten Schaltung 14 sind ebenso wie deren Eingänge mit den weiteren Anschlußflächen 5 über Leiterbahnen verbunden. Das Halbleitersubstrat 6 ist auf einer Isolationsschicht 15 aufgebracht, die ihrerseits wiederum auf einem elektrisch leitfähigen Trägerelement 11 befestigt ist. Das elektrisch leitfähige Trägerelement 11 weist Flächenanteile auf, die an zwei Seiten aus dem IC-Gehäuse 1 ragen und in Kontakte 12, 13 münden. An den Kontakten 12, 13 ist über einen Widerstand  $R_1$  eine Spannungsquelle  $U_1$  angeschlossen, wodurch ein Strom  $I_1$  durch das elektrisch leitfähige Trägerelement 11 fließt.

Der Strom  $I_1$ , welcher durch das elektrisch leitfähige Trägerelement 11 unter dem Halbleitersubstrat 6 fließt, erzeugt ein Magnetfeld. Die Feldstärke des Magnetfeldes wird dabei vom in der integrierten Schaltung 14 liegenden integrierten Sensor 10 in eine elektrische Spannung, die von der Feldstärke des magnetischen Feldes abhängig ist, abgebildet. Üblicherweise ist die Abhängigkeit in Form einer Proportionalität vorhanden. Die elektrische Spannung wird im nachfolgenden Meßverstärker 8 verstärkt und vom A/D-Wandler 9 digitalisiert, wodurch an einzelnen Anschlußflecken 5 ein der gemessenen Feldstärke des Magnetfeldes des Stroms  $I_1$  entsprechendes digitales Signal anliegt, das über die Drähte 4 an die Kontaktflächen 3 und von dort an die Anschlüsse 2 gelangt, wo es für eine Anzeige oder Weiterverarbeitung bereitsteht. Die Isolationsschicht 15 isoliert das Halbleitersubstrat 6 elektrisch vom elektrisch leitfähigen Trägerelement 11. Dadurch wird eine Fehlfunktion des Stromstärkemeßgeräts aufgrund vom elektrisch leitfähigen Trägerelement 11 zum Halbleitersubstrat 6 fließender Ströme verhindert. Das IC-Gehäuse 1 besteht aus einem Kunststoff oder einer Keramik und umschließt die integrierte Schaltung 14 auf dem Halbleitersubstrat 6 sowie die Kontaktflächen 3 mit den Drähten 4. Zur Inbetriebnahme der integrierten Schaltung 14 ist an die Spannungsversorgungsanschlüsse der Anschlüsse 2 ein entsprechendes Betriebspotential  $V_{ss}$ ,  $V_{dd}$  anzulegen.

Mit dem Stromstärkemeßgerät ist über das durch den Strom  $I_1$  erzeugte Magnetfeld die Stromstärke des Stroms  $I_1$ , der an den Kontakten 12 und 13 durch das IC-Gehäuse 1 geführt wird, meßbar, wobei das elektrisch leitfähige Trägerelement 11 zusätzlich zu seiner Kühlfunktion die Funktion des Leiters für den Strom  $I_1$  ausübt.

Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel für ein Stromstärkemeßgerät unter Beibehaltung der Numerierung von Fig. 1. Im IC-Gehäuse 1 befindet sich die auf dem Halbleitersubstrat 6 aufgebrachte integrierte Schaltung 14. Diese umfaßt zwei integrierte Hall-Sensoren 10, von deren je vier Elektroden je zwei gegenüberliegende Elektroden an Anschlußflecken 5 angeschlossen sind, an denen die Betriebsspannung  $V_{ss}$ ,  $V_{dd}$  anliegt. Die verbleibenden Elektroden sind an Eingänge eines analogen Addiermittels 7 angeschlossen, dessen Ausgang über den Meßverstärker 8 mit dem A/D-Wandler 9 verbunden ist. Die Ausgänge des A/D-Wandlers 9 führen zu den weiteren Anschlußflecken 5. Die An-

schlußflecken 5 sind über die Kontakte 4 an den Kontaktflächen 3 befestigt, welche durch das IC-Gehäuse 1 hindurch in die aus dem IC-Gehäuse 1 ragenden Anschlüsse 2 übergehen. Die elektrische Verbindung der beiden Kontakte 12, 13 ist in Form einer Leiterbahn 16, die über weitere Anschlußflecken 25, weitere Drähte 24 und die Anschlüsse 3 die beiden Kontakte 12, 13 verbindet, ausgebildet, wobei die Leiterbahn 16 nahe an den integrierten Hall-Sensoren 10 vorbei führt und auf dem Halbleitersubstrat 6 integriert ist. Durch die Leiterbahn 16 fließt der zu messende Strom  $I_1$ .

Der durch die Leiterbahn 16 fließende Strom  $I_1$  erzeugt auch hier ein Magnetfeld, dessen Feldlinien die integrierten Hall-Sensoren 10 durchdringen. Die durch das Magnetfeld erzeugten, zu dessen Feldstärke proportionalen Spannungen der integrierten Hall-Sensoren 10 werden im Addiermittel 7 addiert und im nachfolgenden Meßverstärker 8 verstärkt. Im nachgeschalteten A/D-Wandler 9 erfolgt eine Umwandlung des analogen Spannungssignals am Ausgang des Meßverstärkers 8 in digitale Signale, die über die Anschlußflecken 5, Drähte 4 und Kontaktflächen 3 an die zugehörigen Anschlüsse 2 gelangen. Durch die Anordnung der Leiterbahn 16 seitlich zu den integrierten Hall-Sensoren 10 im Gegensatz zur Anordnung des elektrisch leitfähigen Trägerelements 11 unter den integrierten Hall-Sensoren 10 durchdringen die magnetischen Feldlinien die Oberflächen der integrierten Hall-Sensoren 10 nahezu senkrecht, wodurch eine größere Empfindlichkeit des Stromstärkemeßgeräts mit den integrierten Hall-Sensoren 10 erreicht wird.

Durch die räumliche Anordnung der integrierten Hall-Sensoren 10 auf dem Halbleitersubstrat 6 ist es möglich, eine Eliminierung von magnetischen Störfeldern zu erreichen. So können die beiden integrierten Hall-Sensoren 10 je links und rechts in gleichem Abstand von der Leiterbahn 16 angeordnet sein, und damit ein Einfluß homogener Magnetfelder durch eine Addition der Ausgangsspannungen der beiden integrierten Hall-Sensoren 10 mit verschiedenen Vorzeichen minimiert werden. Ebenso ist es möglich, die beiden integrierten Hall-Sensoren 10 in unterschiedlichem Abstand von der Leiterbahn 16 anzuordnen und eine hinter den integrierten Hall-Sensoren 10 angeordnete Rechenschaltung vorzusehen, mittels derer die Ausgangssignale der beiden integrierten Hall-Sensoren 10 auf Übereinstimmung mit der durch die Abhängigkeit der Magnetfeldstärke vom seitlichen Abstand von der Leiterbahn 16 gegebenen Gesetzmäßigkeit geprüft werden und die nicht korrekten Anteile des Ausgangssignals eliminiert werden. Dazu ist auch eine Anordnung beliebig vieler weiterer integrierter Hall-Sensoren 10 möglich.

Anstelle eines integrierten Hall-Sensors 10 ist ebenso ein anderer magnetosensitiver Sensor, wie z. B. eine die Verstimmung eines Resonanzkreises aufgrund des Magnetfeldes anzeigende Schaltung vorgesehen. Durch die Tatsache, daß der Sensor 10 integriert ist, ist die Weiterverarbeitung des Meßwerts mit dem integrierten Sensor 10 im gleichen IC-Gehäuse 1 integrierten Schaltungsnetzwerk in analoger wie in digitaler Form möglich. Eine automatische Steuerung des Meßvorgangs, die Meßwertspeicherung, Verarbeitung und Auswertung und eine eventuelle Rückkopplung auf den Strom  $I_1$  ist ebenfalls vorgesehen.

Fig. 3 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel für ein Stromstärkemeßgerät unter Beibehaltung der Numerierung von Fig. 2. Es besteht dabei der Unterschied,

daß die Leiterbahn 16 nicht zusammen mit der integrierten Schaltung 14 auf demselben Halbleitersubstrat 6 integriert und über die Anschlüsse 23, die Anschlußflecken 25 und die Drähte 24 mit den Kontakten 12, 13 verbunden ist, sondern vom Halbleitersubstrat 6 elektrisch isoliert im IC-Gehäuse 1 angeordnet und direkt mit den Kontakten 12, 13 verbunden ist.

Der elektrische Strom 11, der durch die Leiterbahn 16 fließt, bildet nun einerseits ein Magnetfeld aus, welches meßtechnisch günstig die integrierten Hall-Sensoren 10 durchdringt und ist andererseits elektrisch vom Halbleitersubstrat 6 und den integrierten Hall-Sensoren 10 isoliert, wodurch keine elektrische Beeinflussung und Verfälschung des Meßsignals durch den Strom 11 entstehen kann. Außerdem ist für diese Ausgestaltung ein dickerer Leiterquerschnitt für die Leiterbahn 16 wählbar, als in Fig. 2, wodurch auch diese Anordnung für größere Ströme 11 geeignet ist.

che 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß im IC-Gehäuse (1) wenigstens ein weiterer integrierter Sensor (10) vorgesehen ist, der gleichfalls ein von der magnetischen Feldstärke des von zu messenden elektrischen Strom erzeugten magnetischen Feldes abhängiges Ausgangssignal abgibt und daß die Ausgangssignale der integrierten Sensoren (10) mittels eines Addiermittels (7) addiert oder subtrahiert werden.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

# Patentansprüche

1. Stromstärkemeßgerät mit einem in einem IC-Gehäuse, auf einem Halbleitersubstrat angeordneten, integrierten Sensor, der ein von der magnetischen Feldstärke des von einem elektrischen Strom erzeugten magnetischen Feldes abhängiges Ausgangssignal abgibt, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei elektrisch leitende Kontakte (12, 13) vorgesehen sind, die aus dem IC-Gehäuse (1) ragen und die innerhalb des IC-Gehäuses (1) miteinander über eine elektrisch leitende Verbindung verbunden sind, durch die der zu messende elektrische Strom (11) fließt und daß die elektrisch leitende Verbindung im Bereich des integrierten Sensors (10) geführt ist.
2. Stromstärkemeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrisch leitende Verbindung ein elektrisch leitfähiges Trägerelement (11) umfaßt, auf dem der integrierte Sensor (10) befestigt ist.
3. Stromstärkemeßgerät nach Anspruch 2 dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem integrierten Sensor (10) und dem elektrisch leitfähigen Trägerelement (11) eine Isolationsschicht (15) angeordnet ist.
4. Stromstärkemeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrisch leitende Verbindung eine auf dem Halbleitersubstrat (6) integrierte Leiterbahn (16) umfaßt.
5. Stromstärkemeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrisch leitende Verbindung eine getrennt vom Halbleitersubstrat (6) im IC-Gehäuse (1) angeordnete Leiterbahn (16) umfaßt.
6. Stromstärkemeßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der integrierte Sensor (10) ein integrierter Hall-Sensor ist.
7. Stromstärkemeßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der integrierte Sensor (10) ein integrierter magnetoresistiver Sensor ist.
8. Stromstärkemeßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der integrierte Sensor (10) gemeinsam mit einem dem integrierten Sensor (10) nachgeschalteten Meßverstärker (8) und einem diesem folgenden A/D-Wandler (9) in einer integrierten Schaltung (14) integriert ist.
9. Stromstärkemeßgerät nach einem der Ansprüche

- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

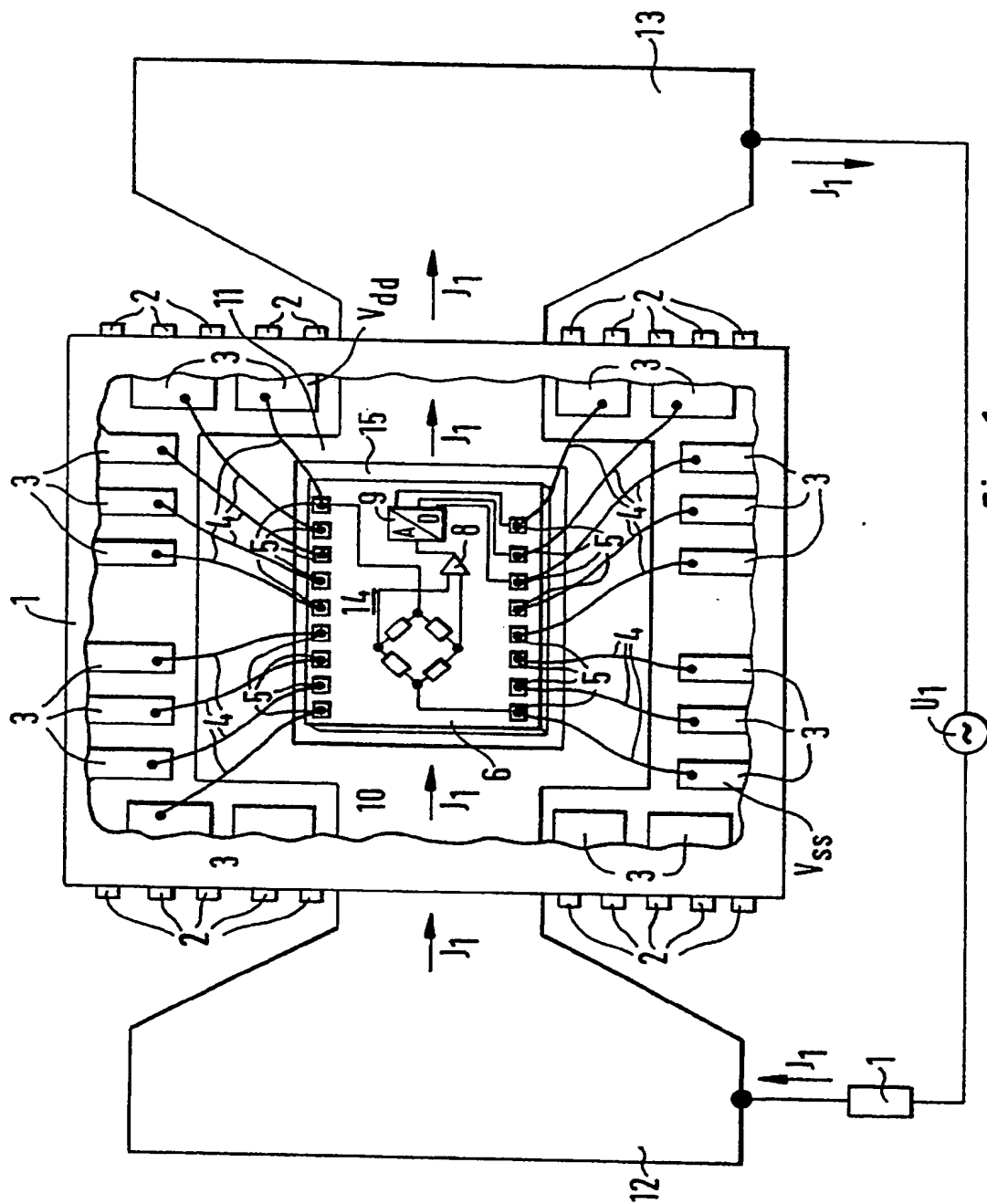
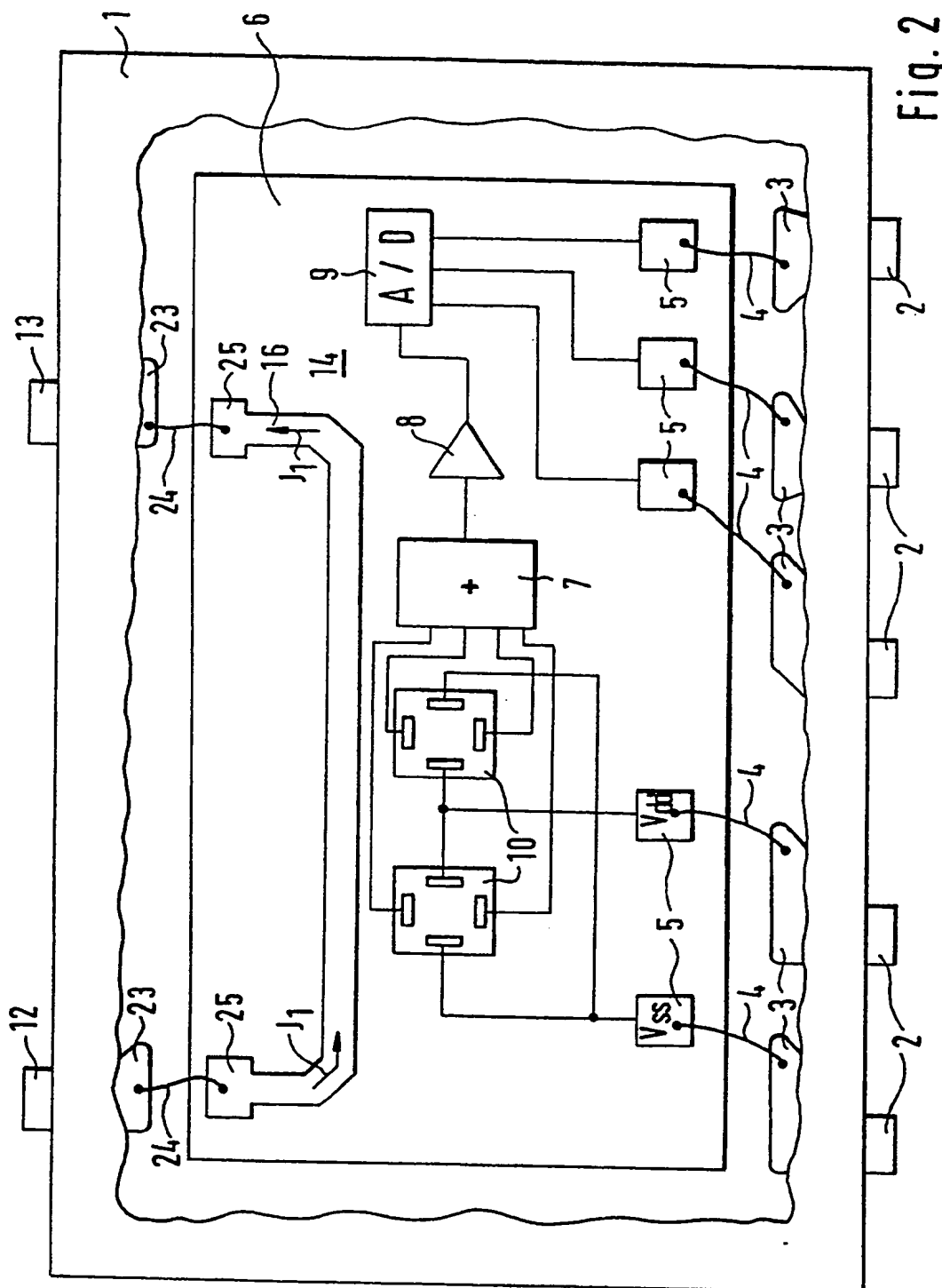


Fig. 1



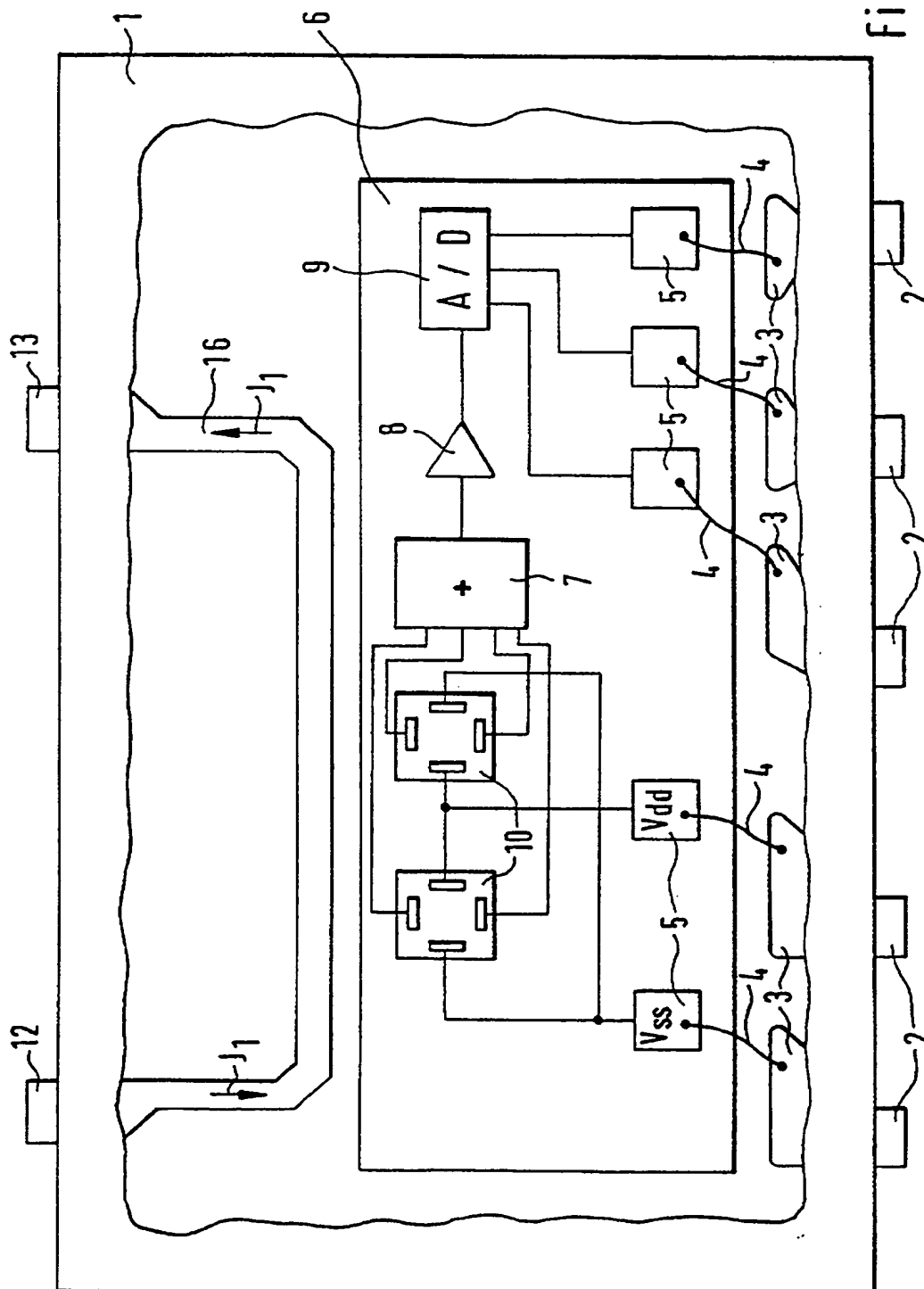


Fig. 3